

Les effets thermoélectriques

De nos jours beaucoup de pays sont obligés de penser aux sources d'énergie toujours plus importantes. Il va sans dire que les savants du monde entier cherchent à économiser l'énergie produite. Dans mon exposé je voudrais appeler votre attention sur le fait que « l'effet de Seebeck » et « l'effet Peltier » restent toujours actuels et leur application devient de plus en plus différente.

INTRODUCTION

Effet thermoélectrique est la conversion directe des différences de la température en tension électrique et vice-versa. Simplement mis, un dispositif thermoélectrique crée une tension quand il y a une température différente de chaque côté, et quand une tension y est appliquée, elle crée une différence de la température. Cet effet peut être employé pour produire de l'électricité, pour mesurer la température, pour refroidir des objets, ou pour les chauffer. Puisque la direction du chauffage et du refroidissement est déterminée par le signe de la tension appliquée, les dispositifs thermoélectriques font les contrôleurs de température très commodes.

L'EFFET DE SEEBECK. LA PUISSANCE THERMOELECTRIQUE

L'effet Seebeck est un effet thermoélectrique découvert par le physicien Thomas Johann Seebeck, consistant en l'apparition d'un courant électrique lorsqu'un transfert de chaleur se produit à la jonction entre deux conducteurs ou semi-conducteurs. Une différence de potentiel apparaît à la jonction de deux matériaux soumis à une différence de température.

L'effet de Seebeck est utilisé généralement dans un dispositif appelé le thermocouple (parce qu'il est fait à partir d'un accouplement ou d'une jonction des matériaux, habituellement des métaux) pour mesurer une différence de la température directement ou pour mesurer une température absolue en plaçant une extrémité à une température connue. Plusieurs thermocouples une fois reliés en série s'appellent la thermopile, qui est parfois construit afin d'augmenter la tension de rendement puisque la tension induite au-dessus de chaque différent couple est petite.

C'est également le principe du travail derrière diodes thermiques et générateurs thermoélectriques (comme générateurs thermoélectriques de radio-isotope ou RTGs) ce qui sont employés pour créer la puissance des différentiels de la chaleur.

Le thermopower, ou puissance thermoélectrique, ou Coefficient de Seebeck d'un matériel est une mesure de l'importance d'une tension thermoélectrique induite en réponse à une différence de la température à travers ce matériel. Une différence appliquée de la température cause les porteurs chargés dans le matériel, s'ils sont électrons ou trous, pour répandre du côté chaud au côté froid, semblable à un gaz classique qui augmente une fois de chauffage. Le nombre de porteurs chargés mobiles, qui émigrent au côté froid, est plus que le nombre de porteurs chargés mobiles, qui émigrent au côté chaud - ce fait une tension thermoélectrique (thermoélectrique se rapporte au fait que la tension est créée par une différence de la température). Puisqu'une séparation des frais crée également un potentiel électrique, l'habillage des porteurs chargés sur le côté froid cesse par la suite à une certaine valeur maximum puisque là existe une quantité égale de porteurs chargés dérivant de nouveau au côté chaud en raison du champ électrique à l'équilibre. Seulement une augmentation de la différence de la température peut reprendre un habillage de plus de porteurs de charge du côté froid et mener ainsi à une augmentation de la tension thermoélectrique. Par ailleurs le thermopower mesure également entropie par porteur de charge dans le matériel.

Le thermopower est un paramètre matériel important qui détermine l'efficacité d'un matériel thermoélectrique. Une plus grande tension thermoélectrique induite pour

un gradient donné de la température mènera à une plus grande efficacité. Dans le meilleur des cas on voudrait des valeurs très grandes de thermopower puisque seulement un peu de la chaleur est alors nécessaire pour créer une grande tension. Cette tension peut alors être employée pour fournir la puissance.

L'EFFET PELTIER

L'effet Peltier est un effet thermoélectrique découvert en 1834 par le physicien Jean-Charles Peltier. Il a décrit le phénomène de déplacement de chaleur en présence d'un courant électrique à la jonction de deux métaux différents. En effet, lorsqu'un courant électrique passe à travers la jonction reliant deux conducteurs, on observe un dégagement de chaleur ou une absorption de chaleur selon le sens du courant.

C'est le principe utilisé par les modules à effet Peltier, qui utilisent des semi-conducteurs dopés. En effet, un courant qui passe d'un matériau dopé positivement vers un matériau dopé négativement provoque un dégagement de chaleur. Le sens conventionnel du courant étant le sens contraire des électrons, lorsque le courant passe d'un matériau de type p vers un matériau de type n, les électrons du matériau de type n vers un matériau de type p, c'est-à-dire qu'ils passent d'un milieu riche en électrons vers un milieu pauvre en électrons. Lorsque les électrons traversaient le matériau de type n, le milieu étant riche en électrons, il y avait plus de chocs entre les particules. Les électrons étaient donc porteurs d'une grande énergie cinétique. En passant vers un milieu pauvre en électrons, les électrons subissent moins de chocs, et transmettent leur énergie cinétique dans la jonction entre les deux matériaux, cette perte d'énergie cinétique microscopique se traduisant par une augmentation de l'agitation thermique des particules au niveau de la jonction. Il y a donc un dégagement de chaleur. Au contraire, lorsque les électrons passent d'un milieu pauvre en électrons vers un milieu riche en électrons, le courant imposant le passage dans le matériau dopé négativement, les électrons absorbent l'énergie cinétique des particules du milieu ambiant, gagnant l'énergie cinétique nécessaire au passage dans le matériau de type n.

LA PHYSIQUE DES EFFETS THERMOELECTRIQUES

Les thermocouples ou couples thermoélectriques sont des couples de matériaux différents. Les thermocouples têt étaient métalliques, mais beaucoup plus de dispositifs thermoélectriques développés récemment sont faits à partir du p-type alternatif et le n-type éléments de semi-conducteur reliés par métallique relie ensemble. Les jonctions de semi-conducteur sont particulièrement communes dans des dispositifs de production d'électricité, alors que les jonctions métalliques sont plus communes dans la mesure de la température. Le courant traverse le n-type élément, croise une interconnexion métallique, et passe dans le p-type élément. Si une source d'énergie est fournie, le dispositif thermoélectrique peut agir en tant que refroidisseur.

Les électrons dans le n-type élément se déplaceront vis-à-vis de la direction de l'écoulement courant et les trous dans le p-type élément se déplaceront la direction de l'écoulement courant, tous les deux enlevant la chaleur d'un côté du dispositif. Si une source de chaleur est fournie, le dispositif thermoélectrique peut fonctionner comme générateur de puissance. La source de chaleur conduira des électrons dans le n-type élément vers la région plus froide, de ce fait créant un courant par le circuit. Les trous dans le p-type élément entreront alors dans la direction du courant. Le courant peut alors être employé pour actionner une charge, de ce fait convertissant l'énergie thermique en énergie électrique.

LE REFROIDISSEMENT THERMOELECTRIQUE. LES MODULES

«PELTIER»

Le refroidissement thermoélectrique est une technique de refroidissement utilisant la thermoélectricité. On utilise pour cela des composants nommés « modules Peltier » qui transforment un courant électrique en une différence de température.

Les modules Peltier sont nommés ainsi car ils mettent en œuvre la thermoélectricité et plus précisément l'effet Peltier. Ce module est alimenté par un courant et présente deux faces, l'une dite froide et l'autre chaude. Un module Peltier est constitué d'une série de

«couples» constitués d'un matériau semi-conducteur sélectionné pour que les électrons puissent jouer le rôle de fluide caloporteur.

Par rapport à un système de refroidissement par compresseur (tel qu'utilisé notamment dans les réfrigérateurs), le refroidissement thermoélectrique par effet Peltier a pour principaux avantages : sa simplicité et donc son faible coût de fabrication, l'absence d'utilisation de gaz, le peu d'entretien nécessaire, le faible niveau de bruit (y compris avec l'ajout d'un ventilateur), l'absence de vibrations.

Les systèmes suivants utilisent un refroidissement thermoélectrique : refroidissement des corps noirs, calorimètres, échangeurs de chaleur, déshumidificateurs, systèmes de guidage, refroidissement des diodes laser, refroidissement des microprocesseurs, réfrigération embarquée (avions, voitures, hôtels etc).

LES AUTRES UTILISATIONS DE LA THERMOELECTRICITE

1. La machine de M. Qiu. La machine présentée utilise le principe de l'effet Seebeck. Elle capte la chaleur produite par une bougie pour la transformer en courant électrique. Cet appareil contient un module Peltier classique fixée entre deux plaques. Le côté positif de la plaque est face à la bougie, tandis que le côté négatif est collé à une sorte de grillage permettant l'évacuation de la chaleur. La différence de température créée de part et d'autre de la plaque produit un courant à travers le module Peltier. Cette machine peut produire assez de puissance pour allumer une guirlande de Noël ou recharger de petits appareils électroniques comme des téléphones portables ou des télécommandes sans fil.
2. Une entreprise japonaise travaille sur la fabrication d'une montre thermoélectrique fonctionnant à l'aide de la température ambiante et de celle du corps.
3. Le mieux serait de pouvoir utiliser le réchauffement de la planète comme source d'énergie. Les pots d'échappement des automobiles, les incinérateurs, les cheminées – tous ces rejets de chaleur se perdent directement dans l'atmosphère. Les utiliser comme source d'énergie électrique, si petite soit elle, les rendrait beaucoup plus utile.

4. Dans l'optique d'une maison hybride, il serait pratique de pouvoir utiliser la chaleur d'une cheminée comme source d'énergie électrique.
5. L'utilisation de matériaux thermoélectriques à basse température dans des générateurs thermoélectriques pour les systèmes cryogéniques, les moteurs automobiles. On a trouvé que les générateurs thermoélectriques sont aptes à la génération d'énergie supplémentaire et ces générateurs peuvent augmenter suffisamment l'efficacité énergétique globale.

CONCLUSION

Le potentiel de la thermoélectricité est énorme. Il permet de créer du froid, du chaud, ou de l'électricité. Même le meilleur matériau thermoélectrique actuel a un rendement trop faible pour concurrencer les autres sources d'énergie. Cependant, les avantages de la thermoélectricité se trouvent dans le fait qu'elle est irremplaçable dans certaines applications par les autres types d'énergie électrique comme l'exploration spatiale ainsi que dans sa simplicité et sa fiabilité aussi bien à long qu'à court terme. Par conséquent, la thermoélectricité peut être rentable même à faible rendement car elle valorise les énormes quantités d'énergie perdues et participe au développement durable.



La machine de M. Qiu



Le module «Peltier»